

Japanese Patent Publication No. HEI 5-42209 B

Publication date : June 25, 1993

Applicant : Mitsubishi Denki K. K.

Title : Sampling Signal Synchronizing System

5

2. Scope of Claims

1. A sampling signal synchronizing system in a communication system for modulating a sampling signal obtained by sampling with two devices at an equal cycle respectively at the same cycle and sending or receiving the sampling signal at the same cycle as that in sampling with a common transmission formation including a sampling number generated cyclically and repeatedly: wherein

a cycle of repetition of a sampling number is longer than 2 times of a transmission delay time between the two devices;

when a signal is transmitted from one device and received by other device, a time lag between a point of time when the signal is received and a point of time when a previous signal was transmitted the other device is monitored by the other device;

the other device transmits data indicating reception of the signal and a measured value  $T_s$  on the time lag above;

the one device measures a time lag between a point of time when a signal transmitted from the other device is received and a point of time when a previous signal was transmitted from the other device to the device; and

the device adjusts sampling time in the device or in the other device according to the measured value and the measured value  $T_s$  on a time lag transmitted from the other device so that a time lag  $\Delta T$  in sampling time would be zeroed, and then corrects 5 a sampling number on the device or in the other device according to  $\epsilon = RA1 - \frac{S^2 - 1}{2}$  to equalize sampling numbers generated in the two devices to each other according to a sampling number when transmission is made from the device and a sampling number when the sampling number is received by the other device.

10

# 系統用

⑨日本国特許庁(JP)

⑩特許出願公告

## ⑪特許公報(B2)

平5-42209

⑤Int.Cl.

H 02 H 3/28

識別記号

厅内整理番号

W 9061-5G

⑫⑬公告 平成5年(1993)6月25日

発明の数 1 (全7頁)

⑭発明の名称 サンプリング信号同期方式

⑮特願 昭61-106056

⑯公開 昭62-262615

⑰出願 昭61(1986)5月7日

⑱昭62(1987)11月14日

⑲発明者 大垣 錠二 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三菱電機株式会社制御製作所内

⑲発明者 中川 欣之 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三菱電機株式会社制御製作所内

⑲出願人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑲代理人 弁理士 高田 守 外1名

審査官 山崎 達也

⑲参考文献 特開 昭60-39310 (JP, A) 特開 昭50-49645 (JP, A)

I

2

### ⑲特許請求の範囲

1 2装置夫々にて等周期でサンプリングして得たサンプリング信号を、これと同周期で変化し、且つ周期的に反復発生するサンプリング信号を含む共通の伝送フォーマットにてサンプリングと同期で2装置間で送受信する通信システムにおける同期方式において、

サンプリング信号の反復周期を2装置間での伝送遅延時間の2倍より長くすること、

信号を一装置から送信して他装置にて受信させた場合に、

当該受信時点と該他装置の直前の信号送信時点との間の時間Tsを該他装置にて測定すること、

前記他装置は、前記受信を基じるデータ及び前記時間の測定値Tsを前記一装置へ送信すること、

前記一装置は、前記他装置からの送信信号の受信時点と直前の信号送信時点との間の時間TMを測定すること、

前記一装置にて、この測定時間TMと前記他装置から送信されてきた時間の測定値Tsとにに基づき、各装置におけるサンプリングタイミングの時間差 $\Delta T$ を各にすべく該一装置又は他装置のサンプリングタイミングを調整し、次いで前記他装置からの送信信号の受信時点に係るサンプリング番

号RA1と、前記一装置の送信時点のサンプリング番号と、受信時点のサンプリング番号SA2とに基づき、両装置が発生するサンプリング番号を一致させるべく該一装置又は他装置のサンプリング番号を  $\epsilon = RA1 - \frac{SA2-1}{2}$  式に基づき補正すること

を含むことを特徴とするサンプリング信号同期方式。

### ⑲発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

この発明は遠隔地で同時にサンプリングした値を対比する如き用途の通信装置における同期方式、例えば送電線の保護继電装置に利用するサンプリング信号同期方式に関するものである。

#### (従来技術)

送電線における遠隔2点にて電流を測定し、これを比較して異常の有無を調べるデジタル保護继電装置(キャリヤリレー)が用いられるようになつてきた。このような比較式保護继電装置では、送電線の2点での電流の瞬時値を一定周期でサンプリングしてA/D(アナログ/デジタル)変換した後、例えば、マイクロ波回線を用いて相手に相手装置へ伝送し、夫々の装置の値と受信した相

手装置の値とを比較することにより送電線の系統故障を監視している。

この場合、両装置でのサンプリングタイミングは共に同一時刻である必要があり、また、データを送出してから相手装置が受信するまでの時間、すなわち伝送遅延時間は、サンプリング周期より長く、その数倍となるのが普通である。

従つてサンプリングタイミングには、一連の繰り返し番号を付すこととし、両装置で同一時刻にサンプリングしたデータには、同じ番号を付して伝送し合い、比較照合を確実ならしめる必要がある。そして、この様な方式の保護继電装置では、タイミングとサンプリング番号との同期手段が非常に重要な課題となつてゐる。この種の信号同期方式としては、例えば特開昭50-49645号が提案されている。以下これにつき簡単に説明する。

第4図a, bは上述の特開昭50-49645号の発明の原理説明図である。以下、同期の主導権を握る側の装置を主局、従属同期する側の装置を従局と呼ぶこととし、主局から従局へ送信する特定のサンプリング番号のデータをS<sub>1</sub>、従局から主局へ送信するものをS<sub>2</sub>とする。第4図は特定のサンプリング番号のデータの送受信に関する時間的な関係を示したものであり、主局から出たS<sub>1</sub>が従局に着くまでの時間と、従局から出たS<sub>2</sub>が主局に着くまでの時間とは無視できる程度の差しか有せず、互いに等しいものとし、これを伝送遅延時間T<sub>d</sub>とする。(この様に両方向の伝送遅延時間が等しい伝送路は実際に構成できる。) また、S<sub>1</sub>及びS<sub>2</sub>の送信周期Tは変動分を考慮したT<sub>d</sub>の最大値の2倍以上にする。

そして第4図において、主局におけるS<sub>1</sub>の送信からS<sub>2</sub>の受信までの時間をT<sub>1</sub>として、この時間を主局にて計測し、一方従局におけるS<sub>2</sub>の送信からS<sub>1</sub>の受信までの時間をT<sub>2</sub>として、従局にてこの時間T<sub>2</sub>を計測する。そして、主局は上記時間T<sub>1</sub>をデータ伝送フォーマット上に乗せ込み、従局へ送出し、従局ではこのT<sub>1</sub>を受信する。逆に従局は、上記時間T<sub>2</sub>を主局へ送出し、主局でこれを受信する。

この時、第4図aは、主局からのS<sub>1</sub>の伝送を示す下向きの斜線と、従局からのS<sub>2</sub>の伝送を示す上向きの斜線とが互いに交差する場合であり、T<sub>1</sub>+T<sub>2</sub>=2T<sub>d</sub>となる関係が成立しているときの時

間関係を示す。また第4図bはS<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>の斜線が交差しない場合であつてT<sub>1</sub>+T<sub>2</sub>>2T<sub>d</sub>となる関係が成立しているときの時間関係を示す。

第4図aは、従局からのS<sub>2</sub>の送信が、主局からのS<sub>1</sub>の送信よりも時間的に遅れている場合であり、両局での同期をとるには図から明らかに如く従局送信部のクロツクバルスの位相(タイミング)を少し進めて、従局からの送信を全体に図の白抜矢符のように左方向へ移動させる必要がある。すなわち、T<sub>1</sub>>T<sub>2</sub>ならば従局からの送信を早め、逆にT<sub>1</sub><T<sub>2</sub>ならば従局からの送信を遅らせる必要がある。そして主局、従局のいずれか一方、又は両方にて夫々クロツクバルス位相制御を行いT<sub>1</sub>=T<sub>2</sub>とする様に制御する。

そしてT<sub>1</sub>=T<sub>2</sub>となつた場合は、S<sub>1</sub>とS<sub>2</sub>がまったく同時刻に送信されることになり、従つて、その他のサンプリング番号のデータの発生を含むすべての動作が主局と従局とで同一時刻に行わせることが可能になり、サンプリング番号の同期が完全となる。

また、第5図bは前記の伝送を示す斜線がまったく交差しない場合であり、この場合はT<sub>1</sub>+T<sub>2</sub>=T+2T<sub>d</sub>なる関係が常に成立する。そして、従局のS<sub>2</sub>の送信は、この第5図bの場合は同図の白抜矢符のように左方向へ移動させた方が同期状態により早く到達できることが明らかである。

ここで注目すべきことは、第5図aの場合は、T<sub>1</sub>>T<sub>2</sub>で左方向へ、またT<sub>1</sub><T<sub>2</sub>で右方向へ各々移動させる従局S<sub>2</sub>の送信を、同図bの場合ではT<sub>1</sub><T<sub>2</sub>で左方向へ、またT<sub>1</sub>>T<sub>2</sub>で右方向へ各々移動させなければならないことである。しかし前記した前提条件によりこの問題を容易に解決することができる。すなわち、同図aではT<sub>1</sub>+T<sub>2</sub>=2T<sub>d</sub>からT<sub>1</sub>+T<sub>2</sub><Tとなり、また同図bではT<sub>1</sub>+T<sub>2</sub>=T+2T<sub>d</sub>からT<sub>1</sub>+T<sub>2</sub>>Tとなるので、排他的論理和演算により制御条件を反転させてやればよい。

#### (発明が解決しようとする問題点)

さて上記の方法にて、あらかじめ定められた特定の同一サンプリング番号のデータS<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>の送信タイミング、従つてこれと同期させるべき主局、従局のサンプリングタイミングを一致させる。このとき、主局または従局のいずれかでサンプリングタイミングを合せるために、クロツクバルスの位

相を進め、或いは遅らせるがこの調整時間幅は、特定のサンプリング番号のデータ $S_1, S_2$ の送信する周期 $T$ の最大 $1/2$ の時間である。この両局のサンプリングタイミングの時間差をタイミングの一致調整のために一度にずらすこととする場合はデータ送信タイミングを急激に変化させる事になり、受信端側にて受信データエラーを生じるから実際にには受信データエラーを生じない範囲の極めて短い時間ずつサンプリングタイミングをずらす処理を複数回繰返して所期の調整を行う。この為、サンプリング信号の同期をとるのに長時間を要していた。特に調整時間幅が $T/2$ に及ぶので、場合によつては調整完了までの時間は極めて長いものとなる。

また、サンプリング信号の同期をとる為に必要な時間、すなわち自局が特定サンプリング番号のデータ $S_1$ または $S_2$ を送信してから、相手局の同一サンプリング番号のデータ $S_2$ または $S_1$ を受信するまでの時間の計測には、特定サンプリング番号のデータを送信する訟期 $T$ の時間を計測できるものである事が必要である。時間計測精度にもよるが、比較的大きいビット数の時間計測用カウンタが必要である。従つて、相手局へ送信する時間データ( $T_1$ または $T_2$ )のビット数も多く、伝送フォーマット上に多くのビット数を占有するという不都合がある。

本発明は斯かる問題点を解決するためになされたものであり、主局および従局のサンプリングタイミング及びサンプリング番号を、短時間で一致させるとともに、時間計測も短時間でよく、時間データのビット数を短くして伝送効率を高め得るサンプリング信号同期方式を提供することを目的としている。

#### (問題点を解決するための手段)

本発明は一局が発する信号の他局における受信時点と、該他局における直前の送信時点又はサンプリングタイミングとの時間差を求め、この時間差を前記一局へ返信し、この返信情報と、該一局におけるこの返信情報の受信タイミング、つまり直前の送信時点又はサンプリングタイミングとの時間差及び当該受信時点のサンプリング番号等に基づき、いずれかの局にてまずサンプリングタイミングを一致させるべき微調制御を行い、次いでサンプリング番号の補正を行う粗調制御を行う

方式である。  
〔作用〕

局が信号を送信し、これを他局が受けとり、その受信時点と該他局における直前の送信時点との時間差を、受信を報じるデータと共に返信してくれる。この返信情報と、返信情報受信時点と直前の送信時点又はサンプリングタイミングとの時間差と、返信情報受信時点のサンプリング番号等にて、まずサンプリングタイミングの一致を行わせる微調制御をし、次いでサンプリング番号を一致させる粗調制御を行う。上記時間差の計時はサンプリング周期より短い時間行われる。

#### 〔実施例〕

以下本発明をその実施例を示す図面に基づいて詳述する。第1図は主局Aと従局Bとの間の送受信状態を示すタイミングチャートである。主局A、従局BはTを周期としてサンプリング番号を発生し、ここでは電力系統の周波数(50Hzまたは60Hz)における1サイクル(電気角360度相当)である。T<sub>0</sub>はサンプリングタイミングの周期であり、ここでは電気角30度とする。従つてT=12×T<sub>0</sub>となり、サンプリング番号はサンプリングタイミングごとに0, 1, 2……11と変化していく。また説明の便宜上、サンプリングタイミングと送信タイミングを同一とする。

そして特定のサンプリング番号のデータを主、従局間にて送受するが、ここでは主局Aから従局Bへ送信するものとし、これをS<sub>1</sub>とする。そして第1図においては、上記特定サンプリング番号を「0」としている。

主局Aから出たデータS<sub>1</sub>が従局Bに着くまでの時間と、従局Bから出たデータが主局に着くまでの時間とが、事実上無視できる程度の差を有するだけであるので、これらを互いに等しいものとし、これを伝送遅延時間T<sub>d</sub>とする。両局での同期がとれていない第1図の状態では両局のサンプリング番号は例えば6だけれどおり、サンプリングタイミングは△Tだけれどある。

次に本発明方式を第1図と、主局A、従局Bの送受信、データ処理手順を示す第2図のフローチャートにより説明する。

主局Aからは、一定周期(T=12×T<sub>0</sub>)毎に特定サンプリング番号「0」のデータS<sub>1</sub>が送信される。主局Aから送信されたS<sub>1</sub>は、伝送遅延時間

$T_d$ 後に、従局Bに着信する。この時、従局Bでは、各サンプリングタイミングのうちで $S_1$ を受信する直前のサンプリングタイミングから $S_1$ を受信するまでの時間を $T_s$ として計測する。これはサンプリングタイミングごとにリセットされるカウンタにて適宜のクロックを計数させ、受信時に計数を停止することで実施できる。そして従局Bでは、主局Aからの $S_1$ を受信すると、必ず次のサンプリングタイミングの主局Aへの送信データに $S_1$ を受信を表すフラグF1と上記 $T_s$ とを乗せて送信する。この例では従局Bはサンプリング番号「10」の送信データにフラグF1及び $T_s$ を乗せて主局Aへ送信する。

主局Aでは、従局BからフラグF1および計測時間 $T_s$ を受信する。主局Aはこの受信時における自局のサンプリング番号SA2、ここでは「7」を特定して記憶するとともに、各サンプリングタイミングのうち、従局Bからのデータが着信する直前のサンプリングタイミングから、当該データを受信するまでの時間をTMとして計測する。この計測手段は従局Bの $T_s$ 計測手段と同様である。

さて主局はまず主局—従局の各々のサンプリングタイミングを合致させる微調制御を行う。

第1図に明らかなように伝送遅延時間 $T_d$ 、計測時間TM、 $T_s$ の間には次の関係が常に成立する。

$$T_d + \Delta T = nT_o + T_s \quad \cdots(1)$$

$$T_d = mT_o + TM + \Delta T \quad \cdots(2)$$

但し、nは $S_1$ 受信時に至近する従局のサンプリングタイミングから、 $T_s$ 計時基準のサンプリングタイミングまでのサンプリング周期数

mはF1送信時に至近する主局のサンプリングタイミングからTM計時基準のサンプリングタイミングまでのサンプリング周期数

(1)、(2)式より $\Delta T$ を求める

$$\Delta T = \frac{(n-m)}{2}T_o + \frac{(T_s-TM)}{2} \quad \cdots(3)$$

サンプリングタイミング差 $\Delta T$ の絶縁値は $T_o/2$ 以内であるから(3)式の右辺第1項の $(n-m)$ は0、±1のいずれかの値しかとり得ない。

従つて、(3)式に於いてサンプリングタイミング差 $\Delta T$ を零にするためには、

$$T_s = TM \quad (n-m=0 \text{ の場合}) \quad \cdots(4)$$

$$T_o + T_s = TM \quad (n-m=1 \text{ の場合}) \quad \cdots(5)$$

$T_o + TM = T_s \quad (n-m=-1 \text{ の場合}) \quad \cdots(6)$   
のうちいずれかの演算式を満足するように主局のサンプリングタイミングを進退制御すると、その同期がとれることになる。

5 (4)～(6)式のいずれに基づきサンプリングタイミングの制御を行なうかはn, mによって定まる。即ちn, mの間には以下の関係が成立する。

(i) SA 2 : 奇数の場合

$$m = \frac{SA2 - 1}{2}, \quad n = \frac{SA2 - 1}{2} \quad 10$$

(ii) SA 2 : 偶数の場合

$$m = \frac{SA2}{2}, \quad n = \frac{SA2}{2} - 1 \quad (TM > T_s)$$

$$m = \frac{SA2}{2} - 1, \quad n = \frac{SA2}{2} \quad (TM < T_s) \quad 15$$

主局はSA2, TM,  $T_s$ のデータを行なっているのでこれにより $n-m$ を算出し、 $\Delta T = 0$ とすべきサンプリングタイミングの進退制御を行なう。この例ではSA2=7であるので、 $m=n=3$ 、従つて $n-m=0$ となり、微調制御としては(4)式の $T_s=TM$ となるように、主局のサンプリングタイミングの位相制御を行なう。その進退は $T_s$ とTMの大小関係に基づいて定めればよく、この例では $T_s > TM$ であるので、主局のサンプリングタイミングを進める。

以上の微調制御によりサンプリングタイミングが両局にて一致する。次にサンプリング番号を両局で一致させる粗調制御を行う。第3図は上記微調制御後の状態を示している。主局はフラグF1を乗せ込んできたデータのサンプリング番号RA1（この例では「10」）を認知する。またこのフラグF1を乗せ込んできたデータがサンプリング番号SA2（この例では「7」）のときに受信したことも認知している。

これらSA2, RA1を用いると従局に対する主局のサンプリング番号の遅れεは下記(7)式にて表せる。

$$\epsilon = RA1 - \frac{SA2 + 1}{2} \quad \cdots(7)$$

40 この例では $\epsilon = 10 - (7 + 1)/2 = 6$ となり主局が従局に対して6サンプリング番号分遅れていることになる。

εの値と主、従局のサンプリング番号のずれとの関係は第1表のとおりである。

第 1 表

$\epsilon$ 値	主局と従局間のサンプリング番号関係
-5~-1	主局が $-\epsilon$ 値分だけ進んでいる
0	主局と従局のサンプリング番号が一致している
1~10	主局が $\epsilon$ 値分だけ遅れている

次に(7)式により算出されたサンプリング番号差 $\epsilon$  分だけ主局Aのサンプリング番号に対して補正を行うことによって主局A、従局B間のサンプリング番号差を0とする。この例ではサンプリング番号8を6だけ進めて2とする。これは主局のサンプリング番号に $\epsilon$ を加算し、12を越えない場合はその数値に、12を越える場合は12の剰余を新しい主局のサンプリング番号とする。以上の如き微調制御及び粗調制御によりサンプリング番号及びサンプリングタイミングは両局で一致することになる。

なお、上記実施例では主局に於いてサンプリングタイミング及びサンプリング番号を制御したが、第1図に2点鎖線で示すように従局側から特定サンプリング番号のデータを発して同様の演算制御を実施することも可能であり、上記実施例と全く同様の効果を奏する。また主局・従局、両局に於いて、同様の演算を実施し、各々自局に於いてサンプリングタイミングを制御すれば、サンプリングタイミングの同期に要する時間は1/2となり、なお一層高速に同期させることができる。但しサンプリング番号の同期については主局又は従局いずれかにおいて制御を行う必要がある。

また上記実施例では、主局・従局の2局間の場合について説明したが本発明は3局間以上の場合であつても適用でき、例えば3局間ではまず、2局間に於いて上記実施例と同一制御により同期をとった上で残りの1局と既に同期のとれた2局の

内の1局との間で同期により同期をとればよく、上記実施例と同様の効果を奏する。

また上記実施例の説明では便宜上主局から従局へのデータS<sub>1</sub>の送信時点を特定サンプリング番号「0」としているが、他のサンプリング番号であつてもよい。この場合のサンプリング番号をSA<sub>1</sub>とすると(7)式は次のように改められる。

$$\epsilon = RA_1 - SA_1 - \frac{(SA_2 - SA_1 + 1)}{2} \quad \dots (7')$$

10 更に、本発明は保護無電装置に限らず遠隔2点間で、同時刻性の必要な、例えば地震計、標準時計等にも適用できることは言うまでもない。

#### 【効果】

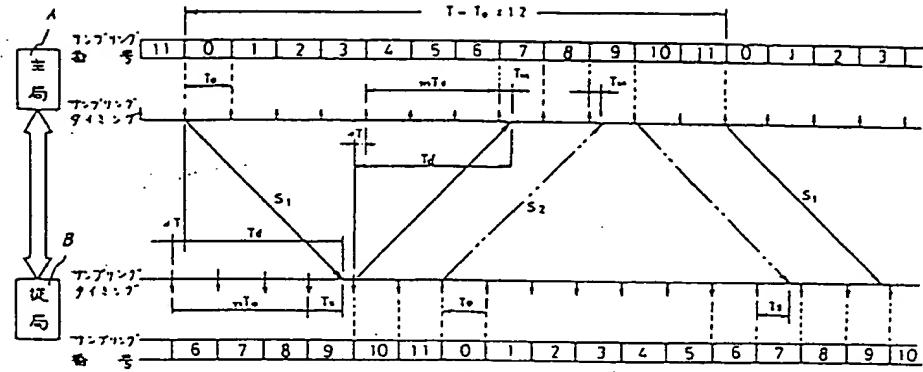
以上のようにこの発明によれば、サンプリングタイミングの調整のみならず、サンプリング番号の補正が速やかに行われる。即ちサンプリングタイミング同期の為の測定時間を最小サンプリング間隔T。以下の時間データとでき、時間測定データのビット数も少くなり、その計時用回路も少なくてすむ。さらに、相互に伝送し合う時間データのビット数も少なくてよく、データ伝送の効率を高める事が出来る。

更に、特定サンプリング番号受信時、相手局に返信するフラグF<sub>1</sub>は單一ビットで構成でき、この点でも伝送効率が高まる。そして同期制御が粗調整と微調整に分割して行われる為、主局・従局間のサンプリングタイミングを一致させる時間が大幅に短縮でき同期引込みを速やかにとれる効果がある。

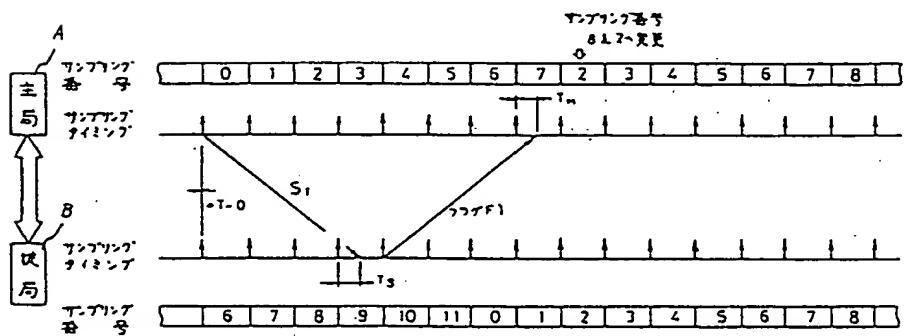
#### 30 図面の簡単な説明

第1図は本発明の同期方式の説明のためのタイムチャート、第2図は主局、従局の送受信、データ処理手順を示すフローチャート、第3図は粗調制御、微調制御の説明のためのタイムチャート、第4図は従来方式の原理説明図である。

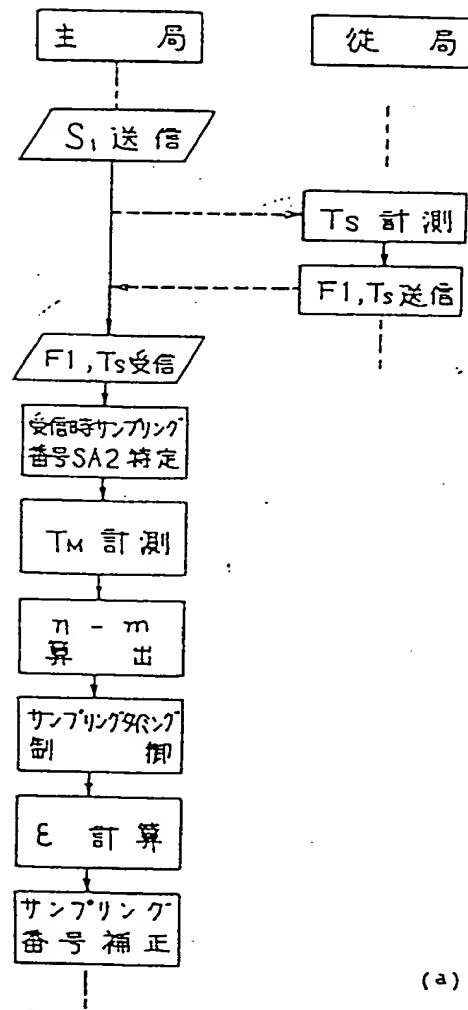
A……主局、B……従局。



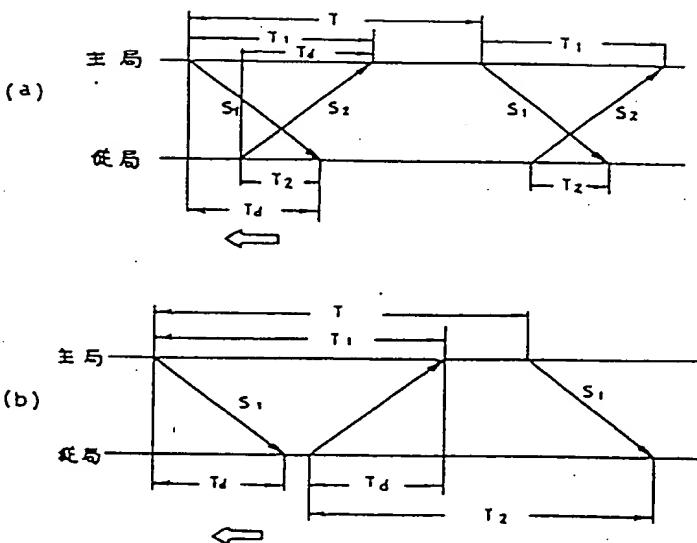
1



三四



第 2 図



第 4 図